

(54) OPTICAL ATTENUATING METHOD USING OPTICAL FIBER

(11) 60-131503 (A) (43) 13.7.1985 (19) JP

(21) Appl. No. 58-240652 (22) 20.12.1983

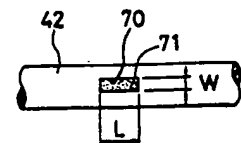
(71) BOEICHO GIJUTSU KENKYU HONBU (JAPAN) (1)

(72) KAZUO KAZAMAKI(2)

(51) Int. Cl. G02B6/00, G02B5/00, G02B6/10

**PURPOSE:** To set the amount of light attenuation variously and easily by forming a cut extending in the length wise direction of an optical fiber to specific length in the clad part of the optical fiber and embedding a light absorber in the cut.

**CONSTITUTION:** The cut 70 which extends in the lengthwise direction to the specific length is formed in the clad part 42 of the optical fiber, and the light absorber 71 is embedded in the cut. Then, part of light beams in respective modes incident to the light absorber 71 are absorbed by it to attenuate light propagating in the optical fiber 40. Consequently, the degree of the attenuation is set or adjusted to a desired value extremely easily without requiring any specific device.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-131503

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月13日

G 02 B 6/00  
5/00  
6/10

C-7370-2H  
7036-2H  
C-7370-2H

審査請求 有 発明の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバを用いた光減衰方法

⑯ 特 願 昭58-240652

⑰ 出 願 昭58(1983)12月20日

⑱ 発 明 者 風 巻 一 男 坂戸市清水町3-18  
⑱ 発 明 者 角 田 令 吉 日野市多摩平6-9-3  
⑱ 発 明 者 松 本 楯 臣 東京都品川区大崎5丁目5番23号 ヒロセ電機株式会社内  
⑲ 出 願 人 防衛庁技術研究本部長  
⑲ 出 願 人 ヒロセ電機株式会社 東京都品川区大崎5丁目5番23号  
⑲ 代 理 人 弁理士 中 村 稔 外4名

明 細 書

1. 発明の名称 光ファイバを用いた光減衰方法

2. 特許請求の範囲

(1) 光ファイバを用いた光減衰方法において、光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設することを特徴とする光減衰方法。

(2) 光ファイバを用いた光減衰方法において、光ファイバに湾曲部を形成し、該湾曲部における光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設し、前記湾曲部の湾曲度を所定値に設定することによつて光の減衰度を所望値にすることを特徴とする光減衰方法。

(3) 光ファイバを用いた光減衰方法において、光ファイバに湾曲部を形成し、該湾曲部における光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設し、前記湾曲部の湾曲度を

可変とすることによつて、光の減衰度を可変とすることを特徴とする光減衰方法。

## 2 発明の詳細な説明

本発明は、光ファイバを用いた光減衰方法に関するものである。

従来、光ファイバ通信システムの測定評価時の光レベル調整器や、中継器などの装置に組み込まれるレベルダイヤ設定器や、光中継器のレベル調整器等として、種々な光減衰器が使用されている。添付図面の第1図は、それら従来の光減衰器の一例である光ファイバ端面減衰膜形光減衰器の基本的構成を略示している。第1図において、光減衰器10は、端面に減衰膜11を形成した光ファイバ片18を主として備えている。この光減衰器10は、光ファイバ18を伝搬してくる光を光ファイバ14へ伝達する際に、光ファイバ片18の端面の減衰膜11にてその光を所定量だけ減衰させるものである。従つて、この光減衰器10は、光中継器のレベル調整器等に使用されうる光面定減衰器である。

第2図は、従来の光減衰器の別の例である減衰膜切替形光減衰器の基本的構成を略示している。

連する際に、可変スリット88の設定スリット巾に応じた量だけその光を減衰させるものである。従つて、この光減衰器80もまた可変型のものである。

従来の光減衰器は、光ファイバを伝搬する光を減衰させるものであるが、前述したように、その減衰度が使用する減衰膜の減衰度によつて決つてしまうものであつたり、また、視準レンズや集光レンズや可変スリット等の特別な部材を必要とするものであつたりで、どれも簡単な構成でしかも所望の減衰度を容易に与えうるものではなかつた。また、従来の光減衰器は、温度、振動、衝撃、塵埃等の影響により、減衰度が変化し易いものであつた。

本発明の目的は、前述したような従来技術の問題点にかんがみて、特別な装置を必要とせず、しかも極めて容易に減衰度を所望値に選定又は調整しうるような、光ファイバを用いた光減衰方法を提供することである。

本発明の1つの特徴によれば、光ファイバのク

第2図において、光減衰器80は、視準レンズ21と、集光レンズ22と、これらレンズの間に設けられる減衰板28とを備えている。減衰板28には、それぞれ減衰度の異なる複数の減衰膜24が設けられている。減衰板28は、回転するようにされており、所望の減衰度の減衰膜24が選択的にレンズ21及び22の間に配置されるようになつている。この光減衰器80は、光ファイバ85を伝搬してくる光を光ファイバ26へ伝達する際に、減衰膜24の減衰度に応じた量だけその光を減衰させるものである。従つて、この光減衰器80は、可変型のものである。

第3図は、従来の光減衰器の更に別の例である可変スリット形光減衰器の基本的構成を略示している。第3図において、光減衰器80は、視準レンズ81と、集光レンズ82と、これらレンズの間に設けられる可変スリット88とを備えている。可変スリット88は、そのスリット巾を変えうるようになつている。この光減衰器80は、光ファイバ84を伝搬してくる光を光ファイバ85へ伝

ラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設することにより、光ファイバを伝搬する光を減衰させる。

本発明の別の特徴によれば、光ファイバに湾曲部を形成し、該湾曲部における光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設し、前記湾曲部の湾曲度を所定値に設定することによつて光の減衰度を所望値にする。

本発明の更に別の特徴によれば、光ファイバに湾曲部を形成し、該湾曲部における光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、該切欠きに光吸収体を埋設し、前記湾曲部の湾曲度を可変とすることによつて、光の減衰度を可変とする。

次に、添付図面の第4図から第10図に基づいて本発明の実施例について本発明をより詳細に説明する。

本発明の実施例について説明する前に、光フ

イバの一般的 造について説明する。第4図は、被移された光ファイバの一端を露出させた状態を概略的に示している。第4図に示されるように、一般的に光ファイバ40は、屈折率 $n_1$ の大きいコア部41と、このコア部41を包みこむコア部41より小さい屈折率 $n_2$ をもつクラッド部42とからなっており、クラッド部42との境界面で光を全反射させてコア部41に閉じ込めて、伝送していくものである。光ファイバ用材料としては、普通は石英ガラス(シリカ)や多成分系ガラスのようなガラスが用いられ、プラスチックが用いられることもある。光ファイバ40のままだは、力学的にも弱く、水分が付着すると化学的にも弱くなつたり、または、塵埃による傷を受け易いので、第4図に示すように、その上にプラスチックのプライマリコート50やナイロン被覆60を施して用いている。

前述したように、光ファイバ40を通しての光の伝搬は、クラッド部42との境界面での全反射を繰り返しながら行なわれていくものであるが、

これら光波は、第5図に矢線で示すように、モードとよばれる特定の光線の組によつて表わすのが便利とされている。このモードの概念によると、 $N$ 次モードの光線がクラッド部42との境界面とのなす角度 $\theta_N$ は、次の式によつて表わされる。

$$\theta_N = \frac{\pi}{2n_1 n_2} (N+1) \quad (N=0, 1, 2, \dots) \text{ [rad]}$$

ここで $n_1$  : コア部41の屈折率

$$n_2 = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$\lambda$  = 光の波長

$a$  = コア部41の半径

次に、本発明による光ファイバを用いた光減衰方法の基本的原理について説明する。本発明の基本的原理は、第6図の平面図に示すように、光ファイバのクラッド部42に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠き70を形成し、この切欠きに光吸収体71を埋設し、第7図の拡大縦断面図に矢線で示すようにその光吸収体71へ入射してくる各モードの光線の一部をそこで吸収させて

しまうことによつて、その光ファイバ40を伝搬する光を減衰させるものである。

クラッド部42に切欠き70を形成する方法としては、ガラスファイバの場合にはエッチング等がよく、プラスチックファイバの場合には機械的カッティング等がよく、切欠き70に埋設する光吸収体71は、ガラスファイバの場合には黒色金属の蒸着等によつて形成するのがよく、ガラスファイバの場合及びプラスチックファイバの場合にはエポキシ系接着剤又はシリコン系接着剤等に黒色顔料を混入させたものを用いるのがよい。

クラッド部42に設ける切欠き70の大きさによつて、光の減衰量がどのようになるかについて実験してみた結果、第8図に示すような関係が得られた。この実験は、コア部の直径が0.997mm、クラッド部の直径が1mmのアクリル樹脂を主体とするプラスチック光ファイバを用い、第6図において巾寸法を0.3mm一定とし、長手方向寸法 $l$ を種々変えた切欠きを形成し、その切欠きにシリコン系接着剤に黒色顔料を混入したものを光

吸収体として埋設し、その光ファイバを通過する光の減衰量を測定することによつて行なわれた。

第8図のグラフから明らかなように、光の減衰量は、クラッド部に形成する切欠きの長手方向寸法が増すにつれて増大する。

前述の実験では、光ファイバの直線部のクラッド部に切欠きを形成したのであるが、第9図に示すように、光ファイバ40に湾曲部を形成し、その湾曲部における光ファイバのクラッド部42に光ファイバの長手方向に延びる切欠き80を形成して、そこに光吸収体81を埋設して光の減衰量がどうなるかについても実験してみた。この実験は、コア部の直径が0.997mm、クラッド部の直径が1mmのアクリル樹脂を主体とするプラスチック光ファイバを用い、第9図において巾寸法を0.3mm一定とし、長手方向寸法 $l$ を0.5mmとて変えた切欠き80を形成し、その切欠き80にシリコン系接着剤に黒色顔料を混入したものを光吸収体81として埋設し、また、ファイバの湾曲部の曲率半径 $R$ を種々変え、更に、フ

ファイバ曲げ角度 $\theta$ を種々変えて、その光ファイバを通過する光の減衰量を測定することによって行なわれた。このような実験の結果、第10図に示すようなファイバ曲げ角度 $\theta$ と減衰量との関係が得られた。第10図において、曲線Aは、同様に、 $R=3\text{mm}$ 、 $L=1\text{mm}$ 、曲線Bは、 $R=2\text{mm}$ 、 $L=1\text{mm}$ 、曲線Cは、 $R=1.25\text{mm}$ 、 $L=1\text{mm}$ 、曲線Dは、 $R=2\text{mm}$ 、 $L=0.5\text{mm}$ とした場合の関係をそれぞれ示している。

第10図のグラフから明らかなように、光の減衰度は、クラッド部に形成する切欠きの長手方向寸法が増すと増大するし、また、ファイバの曲げ角度 $\theta$ を増すと増大する。クラッド部に形成する切欠きの大きさが同じでも、ファイバの曲げ角度を増すと光の減衰度が増大するのは、湾曲部の曲げ角度 $\theta$ が大きい程光の伝搬モードがより高いモードへと変換されるからであると考えられる。すなわち、高いモードの光程、光吸収体に出会う確率がより高くなるからであると考えられる。

本発明によれば、このような特性を利用すると

とにより、光ファイバに湾曲部を形成し、その湾曲部における光ファイバのクラッド部に光ファイバの長手方向に延びる所定長さの切欠きを形成し、その切欠きに光吸収体を埋設し、その湾曲部の曲げ角度、すなわち湾曲度を所定値に設定することによって、光の減衰度を所望値にすることができる。

更にまた、本発明によれば、その湾曲部の湾曲度を可変とすることによって、光の減衰度を可変とすることもできる。この場合には、光吸収体としては可塑性のあるものとする必要がある。

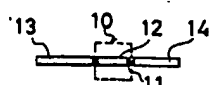
前述したように、本発明の光減衰方法によれば、光ファイバのクラッド部に切欠きを設けそこに光吸収体を設けるだけでよく、なんら特別な装置を必要とせず光の減衰を行なわせることができる。従つて、温度、湿度、振動、衝撃、塵埃等の影響を受けにくい。また、本発明の方法によれば、切欠きの寸法や湾曲度を変えるだけで光の減衰度を種々容易に設定でき、また、可変とすることも容易である。

#### 4 図面の簡単な説明

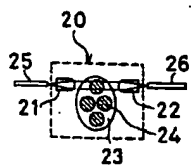
添付図面の第1図、第2図及び第3図は従来の光減衰器の種々な例をそれぞれ示す概略図、第4図は光ファイバの一般的構造を説明するための図、第5図は光ファイバにおける光の伝搬様子を説明するための図、第6図及び第7図は本発明の基本的原理を説明するための図、第8図は切欠きの大きさと光の減衰量との関係を示す図、第9図は本発明によつて切欠きを湾曲部に設けた光ファイバを示す拡大縦断面図、第10図はファイバ曲げ角度と光の減衰量との関係を示す図である。

40…光ファイバ、41…コア部、42…クラッド部、70、80…切欠き、71、81…光吸収体。

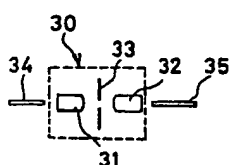
第1図



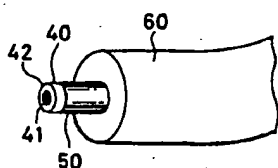
第2図



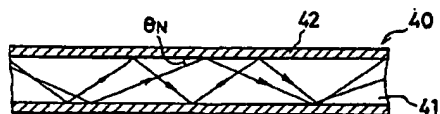
第3図



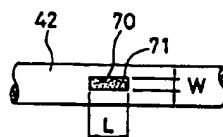
第4図



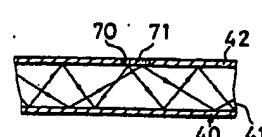
第5図



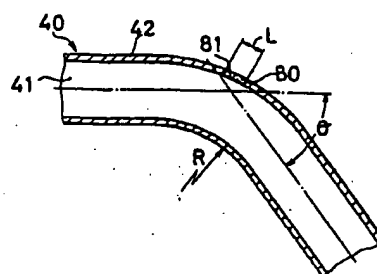
第6図



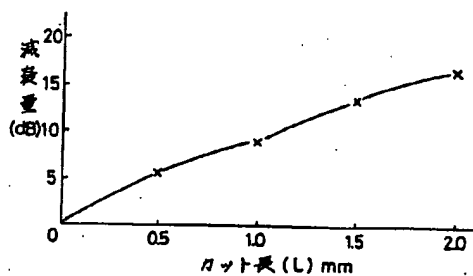
第7図



第9図



第8図



第10図

